

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-071086

(43)Date of publication of application : 07.03.2000

(51)Int.Cl.

B23K 26/00
B23K 26/08

(21)Application number : 10-245711

(71)Applicant : YASUOKA:KK

(22)Date of filing : 31.08.1998

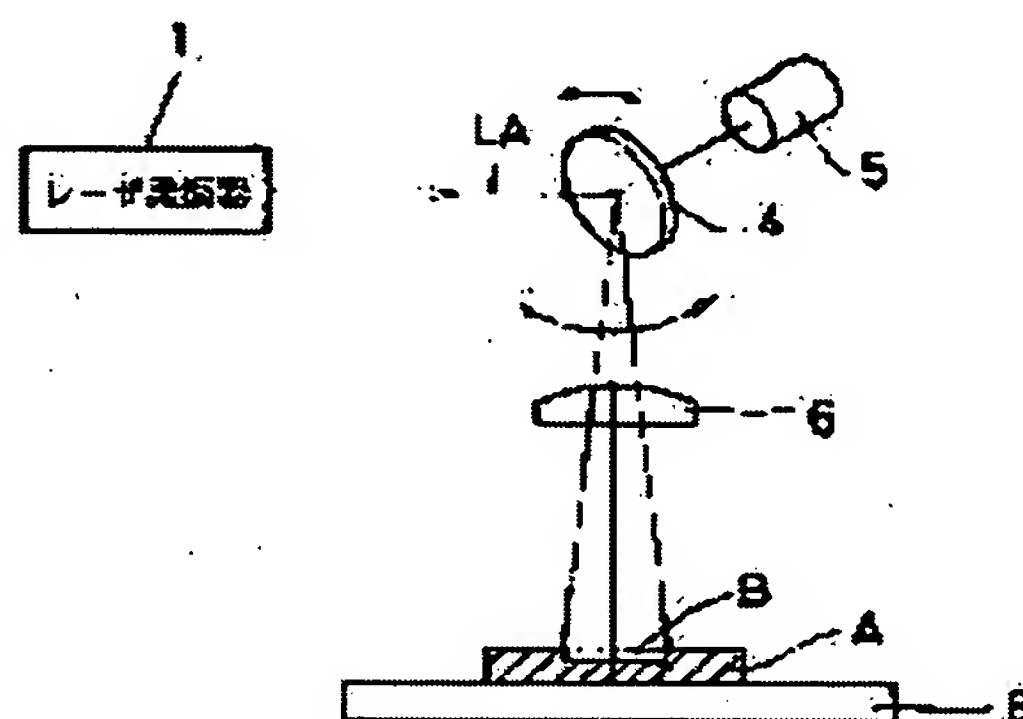
(72)Inventor : YASUOKA MASAYASU

(54) METHOD AND DEVICE FOR SHAPE PROCESSING BY LASER LIGHT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To apply deep engraving at a given depth to a processing area by moving a processing material in a direction perpendicular to a moving direction while a laser light is iteratively moved in a fixed direction at high velocity, and applying pattern processing and frame processing due to a sublimation action of the laser light.

SOLUTION: When a laser light LA is oscillated along the longitudinal direction of a processing hole B at high velocity and moved in a fixed direction for forming one groove, an XY table 8 is oscillated in a horizontal direction for forming another groove. By repeating this, a large number of grooves are formed in an area of the processing hole B. Then, frame processing is applied along an outer surface of the shape of the processing hole B. The above-mentioned action is repeated until the pattern processing number, namely a processing layer number N is matched with the layer number of a given deep engraving distance. Then, semi-frame processing is applied, and a slight residual inclined taper of an end wall is further removed, so that the edge wall is processed to an approximately rectangular condition. The semi-frame processing is repeated plural times per layer, and processing is completed when a deep engraving distance becomes a given depth.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 14.03.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-71086
(P2000-71086A)

(43) 公開日 平成12年3月7日(2000.3.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 2 3 K 26/00 26/08	3 3 0	B 2 3 K 26/00 26/08	3 3 0 4 E 0 6 8 B

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-245711

(22) 出願日 平成10年8月31日(1998.8.31)

(71) 出願人 593087891

株式会社ヤスオカ

大阪府大阪市生野区新今里7丁目6番12号

(72) 発明者 安岡 正泰

大阪市生野区新今里7丁目6番12号 株式会社ヤスオカ内

(74) 代理人 100074206

弁理士 鎌田 文二 (外2名)

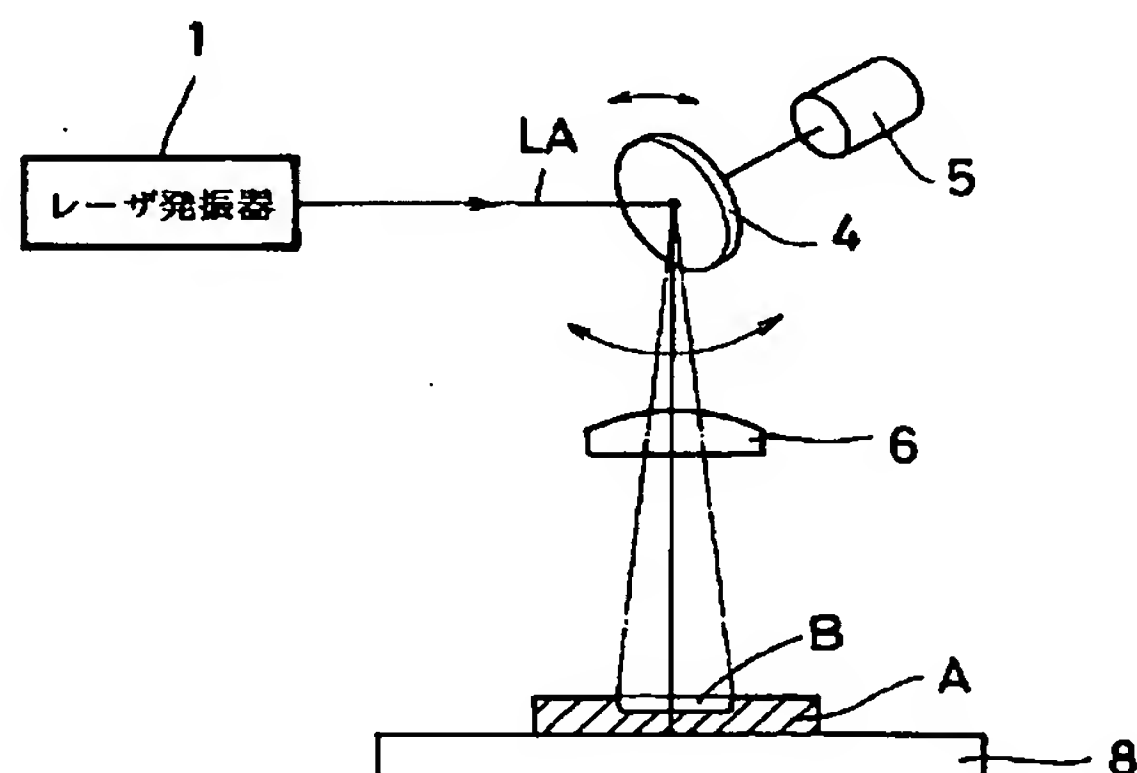
Fターム(参考) 4E068 AF01 CA11 CD11 CE03 CE04
DA01

(54) 【発明の名称】 レーザ光による形状加工方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 レーザ光を所定幅で高速で振り動かして一定方向に移動させレーザ光の昇華作用により被加工材料に深彫り加工をする形状加工方法及び装置を得る。

【解決手段】 レーザ発振器1からの所定レベル以上のパルス光をガルバノミラー4により一定方向に振り動かして被加工材料Aに照射し、XYテーブル8の移動を併用して深彫りの加工穴Bを形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加工材料に所定強度以上のレーザ光を集光照射しそのレーザ光を高速度で一定方向に反復移動させながら加工材料を上記移動方向と直交方向に移動させることにより加工エリアにレーザ光の昇華作用によるパターン加工を施すと共に加工エリアの外周に沿ってレーザ光を照射して輪郭部を加工する輪郭線加工をこの順序で又は逆の順序で施し、このような加工作用をレーザ光の集光位置を加工材料の厚さ方向に変化させながら繰り返して加工エリアを所望深さに深彫り加工することを特徴とするレーザ光による形状加工方法。

【請求項2】 前記深彫り加工の後、レーザ光の照射中心位置を適宜距離移動して加工エリアの外周に沿ってレーザ光を照射する半輪郭線加工を施し、この半輪郭線加工をレーザ光の集光位置を加工材料の厚さ方向に変化させながら繰り返すことを特徴とする請求項1に記載のレーザ光による形状加工方法。

【請求項3】 レーザ発振器と、この発振器から送り出された所定の強度レベル以上のレーザ光をガルバノミラーで一定方向に反射移動させ、そのレーザ光を集光レンズで集光して照射される被加工物を移動自在に支持する加工テーブルと、上記各構成部を制御する制御部とを備え、制御部はガルバノミラーを駆動してレーザ光を反射移動させると共にこれと直交方向に加工テーブルを移動させてレーザ光を加工エリアに及ぼし、上記加工をレーザ光の集光位置を被加工材料の厚さ方向に変化させながら繰り返して所望深さの深彫り加工の制御をするように構成したことを特徴とするレーザ光による形状加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、レーザ光により被加工材料に所要深さの深彫り加工を行うレーザによる形状加工方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】レーザ光を照射して金属部品などに切断、穴明け、溶接など種々の加工を施すレーザ加工技術が開発されており、レーザ加工の応用範囲は多岐に亘っている。このようなレーザ加工技術の分野では、上記切断、穴明け、溶接加工のように高エネルギーのレーザ光で被加工物の材料を熔融して加工する方法が一般的であるが、特殊な例として例えば金属組織を構成する各種元素の熔融温度をはるかに越える高加工エネルギーを加え金属組織の一部を蒸発、気化させて加工する、いわゆるレーザトリミング加工あるいはレーザスクライビング加工などがある。

【0003】上記レーザトリミング加工、レーザスクライビング加工のいずれも微小加工技術の1つであり、レーザトリミング加工は例えばプリント基板上に厚膜抵抗体、導体などを印刷形成し、それぞれの幅を所定幅とな

るように抵抗体、導体などの不要部分をレーザ光で切断し除去するのに用いられ、レーザスクライビング加工は例えば所定形状のブロックに予め決められた線上に沿って溝入れ加工を施し、後でその溝に沿って連続的に破碎して小さいサイズのブロックに分割する工程の前工程の段階をいう。

【0004】このような微小加工では材料を加熱・熔融するのを防止し、よりよい蒸発状態で切断又は溝入加工が行われるが、いずれの場合もその加工深さは数 μm ～数百 μm 程度である。又、このような微小加工に用いられるレーザ装置は、多くの場合連続励起YAGレーザの光共振器光路にQスイッチ素子を挿入して尖頭出力として連続発振の約1000倍程のQスイッチ発振方式のものが用いられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したレーザトリミング加工、レーザスクライビング加工のいずれも被加工材料に対し、部分的に又はその表面付近の金属の微小深さに高ピークパワーのレーザ照射を行い蒸発、気化により金属昇華を瞬間的に生じさせて加工を施す方式のものであるが、そのレーザ光の影響は微小スポット径位置で限られた焦点深度の浅い状態にまでしか及ばず、一定深さ以上の加工はできない。

【0006】しかし、電子部品や金属金型などではその材料厚さ方向に数ミリ単位の深彫り加工を施したいものがあり、このような材料に対しては多くの場合機械加工装置により実施されている。そこでこのような深彫り加工を施したい材料にレーザ加工を適用しようとすると、次のような問題がある。

【0007】その第1は、レーザ加工により深彫りしようとするとレーザ光のスポット径の位置が深さによりずれが生じ、昇華除去した金属の非照射部分の影響で光の減衰が起こり一定以上の深さの深彫りができないことである。第2に、深彫りをする際にレンズで集光されるレーザ光に照射角度があるため深彫りする形状部分の断面が表面と直角にならずテーパ状断面となることである。このようなテーパ状断面で深彫り加工するとその深彫り加工部分に嵌合させるべき部品が嵌合できなくなる。第3に加工速度が遅く実際の加工には時間がかかり過ぎることである。

【0008】この発明は、上記のような問題に留意して、レーザ光の減衰により制限を受ける深彫りを所望深さまで可能としかつ深彫り加工によるテーパ状断面をほぼ除去して実用上仕上加工として利用することができるレーザ光による形状加工方法及び装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記課題を解決する手段として、被加工材料に所定強度以上のレーザ光を集光照射しそのレーザ光を高速度で一定方向に反

復移動させながら加工材料を上記移動方向と直交方向に移動させることにより加工エリアにレーザ光の昇華作用によるパターン加工を施すと共に加工エリアの外周に沿ってレーザ光を照射して輪郭部を加工する輪郭線加工をこの順序で又は逆の順序で施し、このような加工作用をレーザ光の集光位置を加工材料の厚さ方向に変化させながら繰り返して加工エリアを所望深さに深彫り加工するレーザ光による形状加工方法としたのである。

【0010】この方法を実施する装置として、レーザ発振器と、この発振器から送り出された所定の強度レベル以上のレーザ光をガルバノミラーで一定方向に反射移動させ、そのレーザ光を集光レンズで集光して照射される被加工物を移動自在に支持する加工テーブルと、上記各構成部を制御する制御部とを備え、制御部はガルバノミラーを駆動してレーザ光を反射移動させると共にこれと直交方向に加工テーブルを移動させてレーザ光を加工エリアに及ぼし、上記加工をレーザ光の集光位置を被加工材料の厚さ方向に変化させながら繰り返して所望深さの深彫り加工の制御をするレーザ光による形状加工装置を採用することができる。

【0011】上記の形状加工方法及び装置では、レーザ光は集光すれば金属やセラミック、ダイヤモンドなどに対しても昇華作用を及ぼし得る光源強度として所定強度レベル以上のレーザ光として被加工材料に集光照射され、集光点では超高温状態に集光されたレーザ光により被加工材料の照射された部位は瞬間的にプラズマ化されて蒸発気化し昇華除去される。集光点は集光レンズの焦点位置であり、この焦点位置を1層目の除去深さとしてレーザ光を照射するとその深さまでの材料が昇華除去される。

【0012】レーザ光はガルバノミラーを高速度で反転駆動することにより加工エリア内で往復照射されて所定のパターン加工が行われ、その後そのパターンの外周に沿ってレーザ光を移動させて輪郭加工が行われる。上記高速度は例えばレーザ光の移動速度200m/min程の速度である。この輪郭加工により1層目の除去の際端部の断面の傾斜テーパが殆ど除去される。そして上記加工を加工エリアに対してレーザ光の集光位置を加工材料の厚さ方向に変化させて多数回繰り返し実施することにより所望深さの深彫り加工が行われる。

【0013】

【実施の形態】以下、この発明の実施の形態について説明する。図1に実施形態のレーザ加工装置の外観斜視図を示す。図示のように、この加工装置はレーザ光の発振器1から出射されるレーザ光をQスイッチ2でQスイッチ発振のパルス光として外部へ送り出し、途中の固定ミラー3で光路を90°振りガルバノミラー4で下方へ導き、集光レンズ6でレーザ光を集光して被加工材料Aに照射するようになっている。

【0014】5はガルバノミラー4の駆動用のモータ、

7は光ダクトである。被加工材料AはXYテーブル8上に載置され、XYテーブル8は台板9上でX軸、Y軸のいずれの方向にも移動し、Z軸方向に昇降自在である。発振器1の下部には電源・制御部10が設けられている。

【0015】上記レーザ発振器1は、この実施形態ではYAGレーザ（波長1.06μm）が用いられ、かつそのレーザ光は連続出力500Wの光をQスイッチ発振により尖頭値500kWのパルス光として出力される。このパルス光は、ガルバノミラー4で下方へ偏向されるが、ガルバノミラー4をモータ5で高速度で回転させることにより一定方向へ振られ、被加工材料に対し所定幅の範囲で往復動して照射される。移動速度は図示の例では200m/min程の高速度である。

【0016】XYテーブル8は、図示していないが、X、Y、Z軸の各軸方向へテーブルを駆動するためのモータがそれぞれ設けられ、かつZ軸の周りに回転することもできるようになっている。電源・制御部10には上記パルス波を発生するための電源回路と、レーザ発振器1及び各駆動部を駆動制御するための制御回路とが備えられている。

【0017】図2は上記構成のレーザ加工装置による加工の概念図である。レーザ光LAはガルバノミラー4により図示の矢印方向に往復動で振られ、被加工材料Aにたいして深彫りの加工穴Bを形成する。この時、レーザ光LAは集光レンズ6の光軸中心を外れて斜め方向に通過し加工穴Bの端部位置を照射できる。なお、深彫り加工とは少なくともmm単位以上の深さに被加工材料Aの物質を除去加工する加工をいう。

【0018】上記構成のこの実施形態のレーザ加工装置による形状加工作用は次のように実施される。以下、形状加工作用について図3のフローチャートを参照して説明する。この実施形態の形状加工は、レーザ光の照射により金属、セラミックス、ダイヤモンドのような難切削性の被加工物に対して照射部位の材料を昇華（蒸発気化）させて除去し、少なくともmm単位以上の加工深さに深彫り加工する点に特徴を有する。

【0019】図3に示すように、ステップS₁ではまずパターン加工が行われる。このパターン加工とは、図6に示すように、例えば長方形の加工穴Bに対してその長手方向に平行、斜め、又は直角方向に多数の溝を形成し加工穴Bの形状の大略を形成することである。加工形状は、図示以外のものも無数にあることは言うまでもない。

【0020】図4に示すように、レーザ光LAは加工材料Aに例えば長方形の加工穴Bを形成するため加工穴Bの長手方向に沿って高速度で振らせて一定方向に移動させ1つの溝を形成すると、XYテーブル8を横方向にその溝幅ピッチ分移動させ、反対方向にレーザ光LAを振らせてもう1つの溝を形成し、これを繰り返して多数の

溝を加工穴Bのエリアに形成する。なお、レーザ光L Aをガルバノミラー4で真下に偏向させたその中心線が加工穴Bの中心位置に合致するように加工穴Bを設定するものとする。

【0021】上記1つの溝を形成する場合、図5に示すように、まず最初(a)上記中心線上で真下にレーザ光L Aを照射するとその位置でレーザ光L Aを焦点位置に集光したエネルギー密度の大きさにより決まる深さにスポット状の加工穴が形成される。このとき一般にはレーザ光はスポット径の位置で最も小さい径に集光されるから、そのスポット径の位置が加工穴深さの最も深い位置となり、その深さが1回の照射により加工し得る加工深さとなる。この加工深さは例えばこの実施形態の装置では15 μm である。

【0022】(b)加工穴Bの中央にスポット状の加工穴を形成した後レーザ光は一定方向に移動照射され、加工穴の端位置では加工穴Bの大きさにより決まる若干の斜め角度 θ_1 で端部を照射する。このため端部での穴加工ではレーザ光は集光レンズにより一定の集光角度で照射されること、又レーザ光の一部は端壁に当り反対側は加工済で何も物質がないから、レーザ光が加工材料に当接する際にレーザ光の接触面が不均一になり端壁で乱反射し、かつ端部を移動照射した直前の昇華作用で蒸発気化した金属などの加工材料の浮遊物(灰)にレーザ光が吸収されたりする。

【0023】あるいは端部位置ではレーザ光が若干傾斜状になるため焦点位置(スポット径の位置)が少し上昇して集光度が低下するなど種々の理由から端部での端壁は(c)に示すように若干傾斜状(約 $6 \sim 8^\circ$)となる。なお、図示省略しているが加工穴Bの長手方向に沿う端壁も同様にレーザ光の集光角度などの影響で若干の傾斜状となる。

【0024】以上の加工は1層目のパターン加工であり、実際にはmm単位の深彫り加工を要求されているため上記パターン加工を複数回繰り返す必要がある。しかし、このパターン加工のみを複数回繰り返すとすれば、上述したように各回毎に加工穴端の端壁に若干の傾斜テーバが残るそのテーバ形状が累積し、このため加工穴Bに直角に近い部材を埋込む必要がある場合加工穴Bは仕上加工として扱うことができない(未完成加工)。

【0025】そこで、図示した例の形状加工ではステップS₁で上記各層毎のパターン加工をする度毎に加工穴Bの形状の外周に沿って輪郭線加工を施す。この輪郭線加工は、図4の(b)に示すように、加工穴Bの長手方向の端部では長手方向と直交方向にXYテーブル8を移動させて直交方向に、又加工穴Bの幅方向両端では長手方向に沿ってレーザ光を照射して行われる。

【0026】このような輪郭線加工は、図示の例ではパターン加工による各層の深彫りが行われるごとに各パターンの外周に輪郭線を施して行われる。この輪郭線加工

では、加工穴Bの端壁に作用するレーザ光の角度はパターン加工の時とほぼ同じであるが、レーザ光の照射が繰り返されることにより端壁に作用して前述した傾斜テーバを少しずつ削り取る。

【0027】このため輪郭線を入れることにより端壁の傾斜テーバがより小さい角度になり、加工穴の仕上精度として高くなくてもよい部材を埋込む場合は実際上は十分仕上加工済として扱うことができる。なお、図4

(b)には複数の輪郭線を示しているが、これはパターン加工の各層毎に深彫りをして若干傾斜テーバ壁が外周に残るためその各層での加工線のいくつかを示している。輪郭線の最外側が仕上寸法線である。

【0028】上記のように多数の輪郭線を入れて深彫り加工をすると前述のように傾斜テーバが少しずつ削り取られるが、その断面状態を図4(c)に示している。破線の傾斜テーバは輪郭線を入れない場合、実線の傾斜テーバは輪郭線を入れた場合の仕上状態である。

【0029】以上のように輪郭線を入れる加工をした後1層目の輪郭線加工が終了すると、S₁でXYテーブル8を1層目のパターン加工による加工深さに相当する距離だけ上昇させる。そして、この上昇距離を制御回路内のカウンタで計測してその上昇距離の合計が所要の深彫り距離に一致したかをS₁で比較して加工終了すべきかを判断する。

【0030】パターン加工が1層目のときは深彫り距離に当然一致しないから上記作用を繰り返す。このとき、パターン加工の回数である加工層数NにS₁で1インクリメントしながらNが所要の深彫り距離の層数に一致するまで上記作用を繰り返す。

【0031】S₁で上記加工層数Nが所要の深彫り距離の層数に一致すると、次にS₂以下のステップで半輪郭線加工を施す。この半輪郭線加工は、上述した輪郭線加工までの加工処理ではなお残留する端壁のわずかな傾斜テーバをさらに除去し、端壁の加工をほぼ直角に近い状態に加工するために行われるものである。

【0032】ステップS₂ではXYテーブル8をX、Y軸いずれかの方向に移動して、図7に示すように、レーザ光の中心線を加工穴Bの中心線から所定距離ずらす。この状態でS₂において前述したS₁での輪郭線加工と同様の輪郭線加工を施すが、この場合レーザ光の中心線がずれたため加工穴Bの片側、即ち中心線をずらした方向と反対側の端壁しか加工できない。

【0033】従って、この場合の加工は半輪郭線加工と呼ばれる。この半輪郭線加工では端壁に照射される角度(θ_2)が先の輪郭線加工のときの照射角度(θ_1)より大きく、このためレーザ光による昇華作用が端壁にさらに入り込み易くなり、端壁に残留する若干の傾斜テーバはこれによって端壁がほぼ直角となる程削り取られる。

【0034】上記半輪郭線加工はS₂の輪郭線加工と同

様に各層ごとに複数回繰り返されるが、各層ごとに削り取られた深彫り距離に相当する距離ずつXYテーブル8を S_0 で上昇させ、 S_0 でその距離によって加工終了したかを判定し、 S_{10} では各層数Mを1ずつインクリメントする。深彫り距離が所定深さになれば加工は終了する。上記加工処理では例えば5cm角の穴を5mm程度の深さの深彫り加工するのに約20分程で加工できる。

【0035】なお、上記例では各層毎にパターン加工の後輪郭線加工をし、この加工処理を複数回繰り返すとしたが、パターン加工を全層について先に行い、その後輪郭線加工を全層について行うようにしてもよい。又、パターン加工と輪郭線加工は前者を先にするとしたが、逆の順序で行ってもよい。

【0036】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、この発明の形状加工方法及び装置では高速度で移動するレーザー光の昇華作用によるパターン加工と輪郭線加工を加工エリアに複数回繰り返して施すことにより所望深さの深彫り加工をするようにしたから、従来不可能とされていた難切削材料のレーザー加工による深彫り加工が可能となり、かつ深彫り加工により端部断面に生じる傾斜テーパ部も殆く

*と除去でき、実用上仕上加工として取扱うことができる形状加工方法及び装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】レーザー加工装置の外観斜視図

【図2】主要構成部分の概略図

【図3】形状加工動作のフローチャート

【図4】形状加工の作用の説明図

【図5】形状加工の作用の説明図

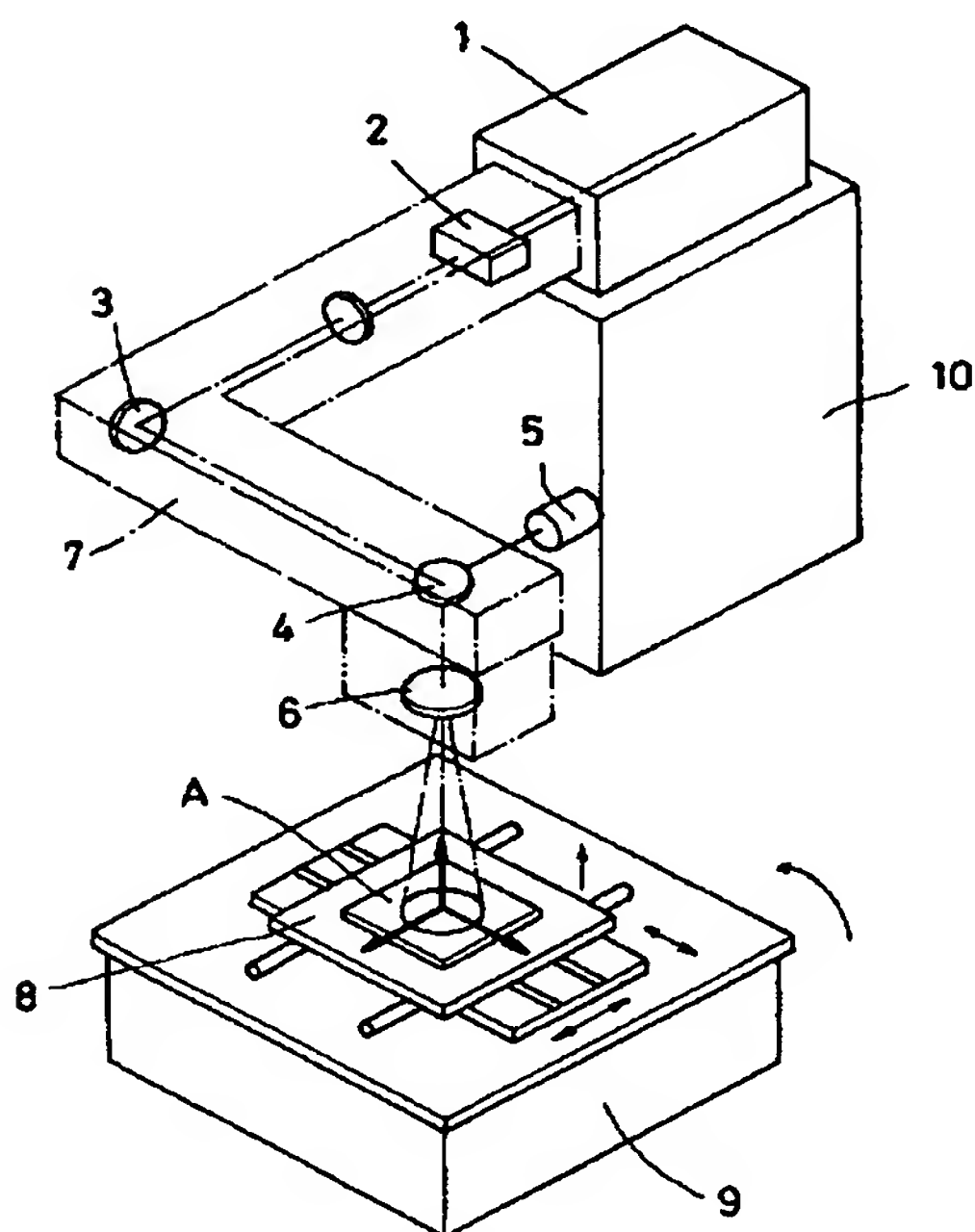
【図6】パターン加工の種類の説明図

10 【図7】半輪郭線加工の説明図

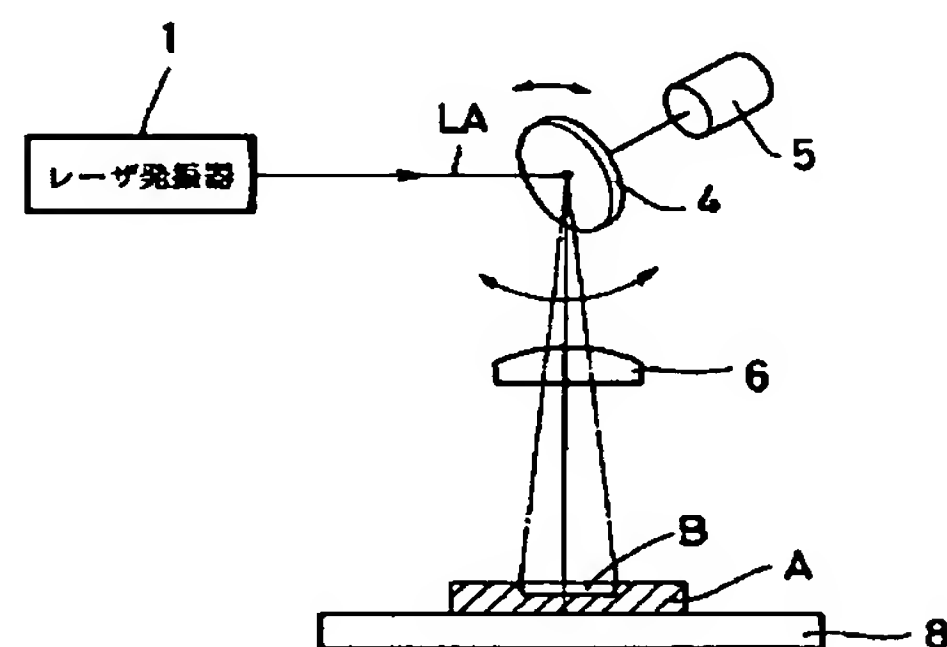
【符号の説明】

- 1 レーザ発振器
- 2 Qスイッチ
- 3 固定ミラー
- 4 ガルバノミラー
- 5 モータ
- 6 集光レンズ
- 8 XYテーブル
- 9 台板
- 10 電源・制御部

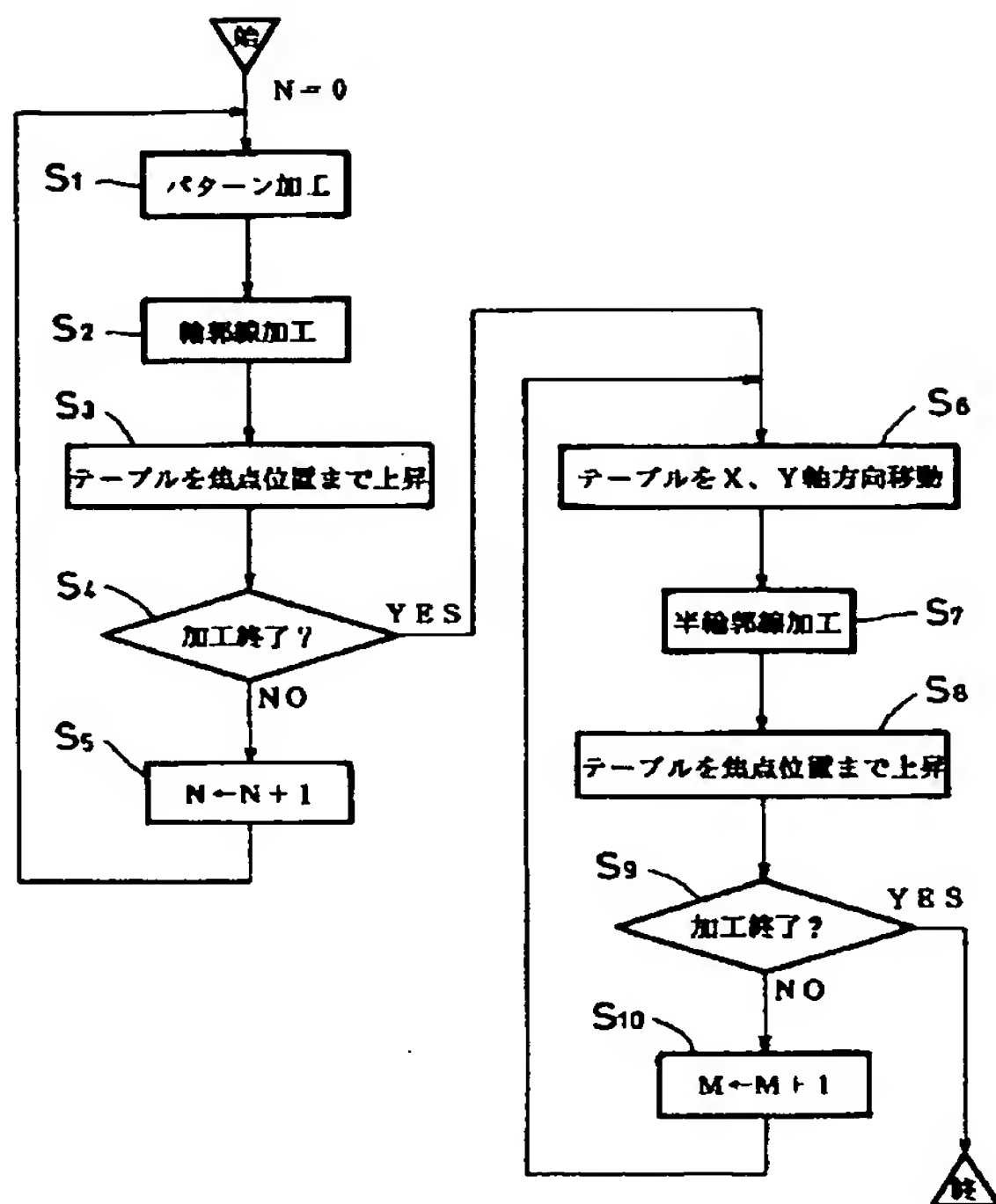
【図1】



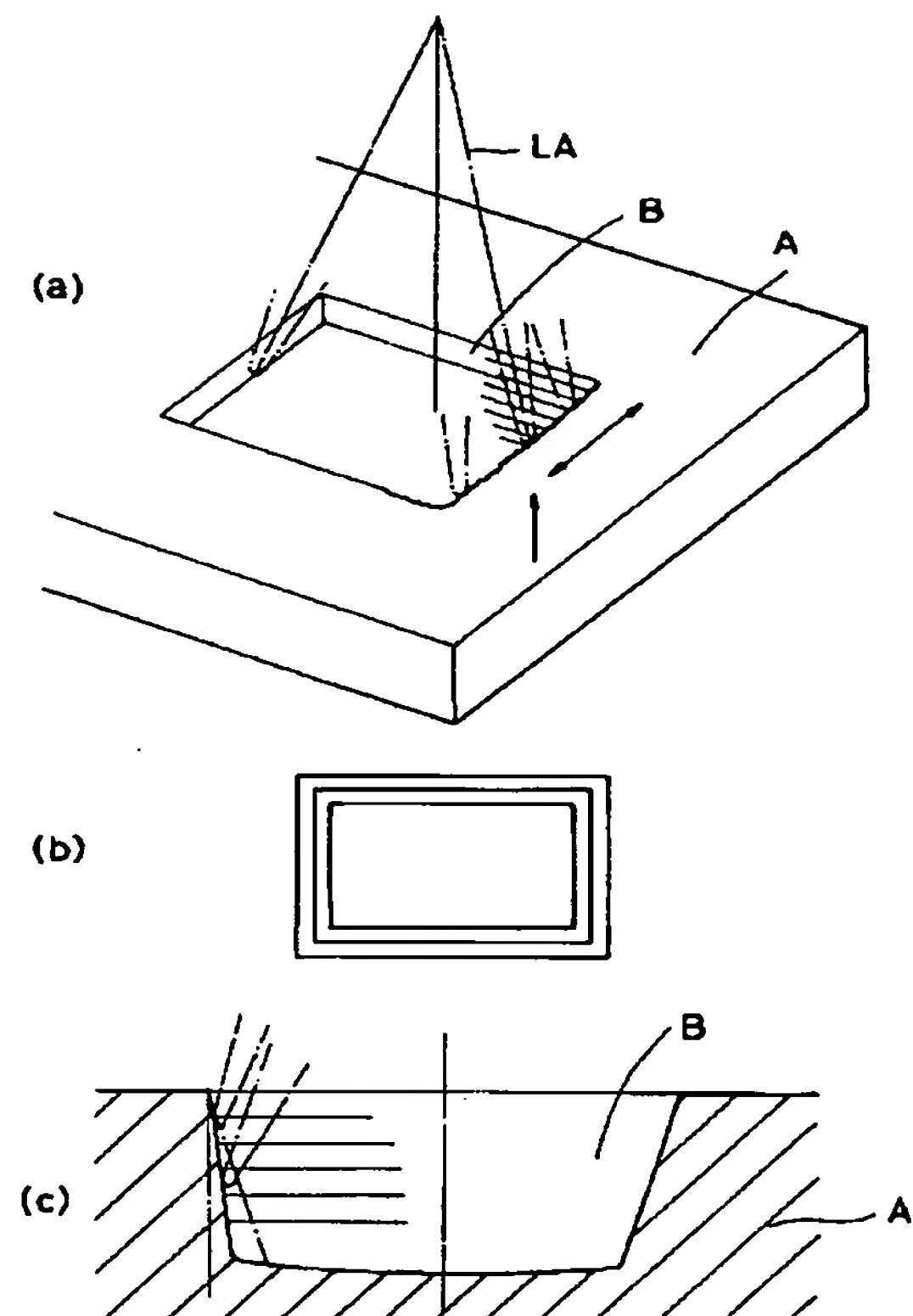
【図2】



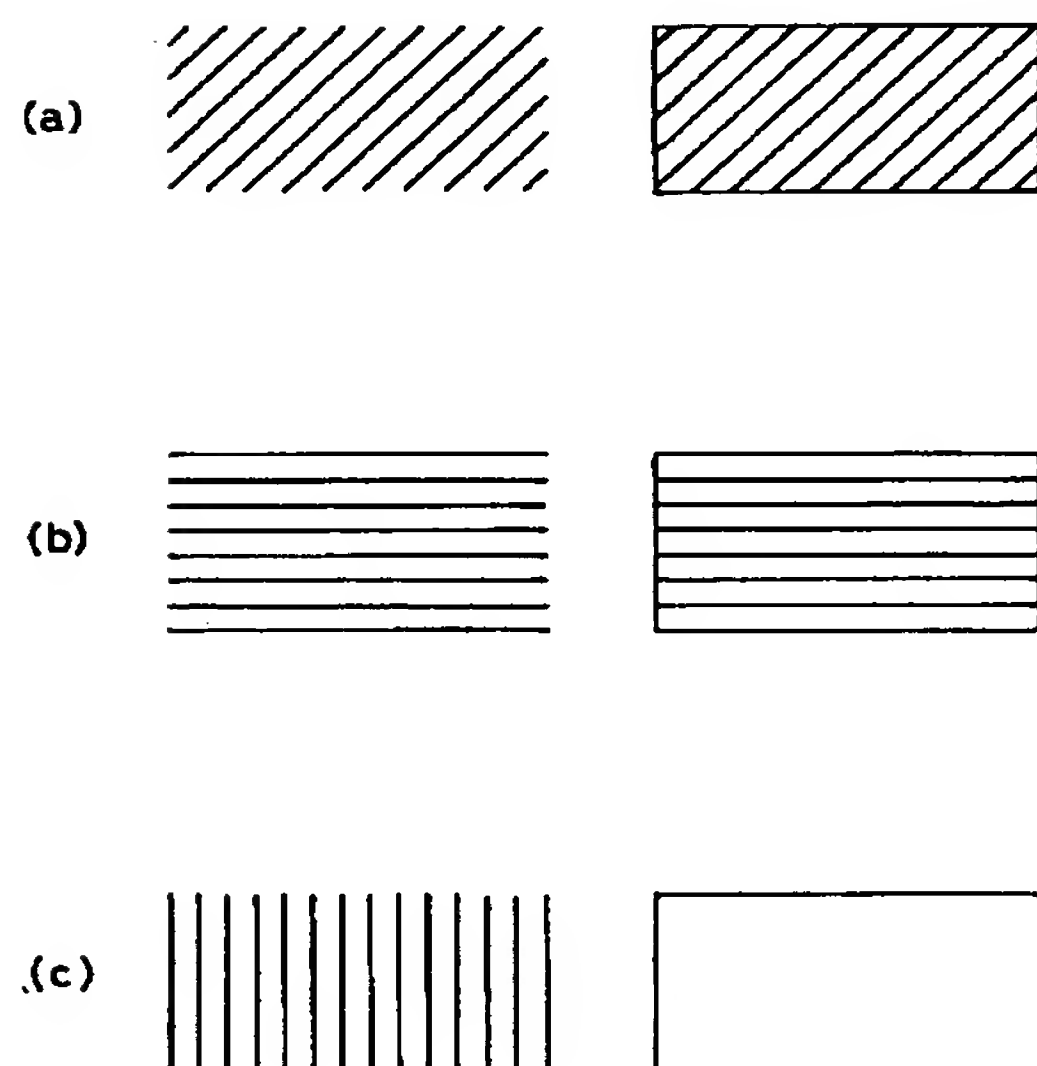
【図3】



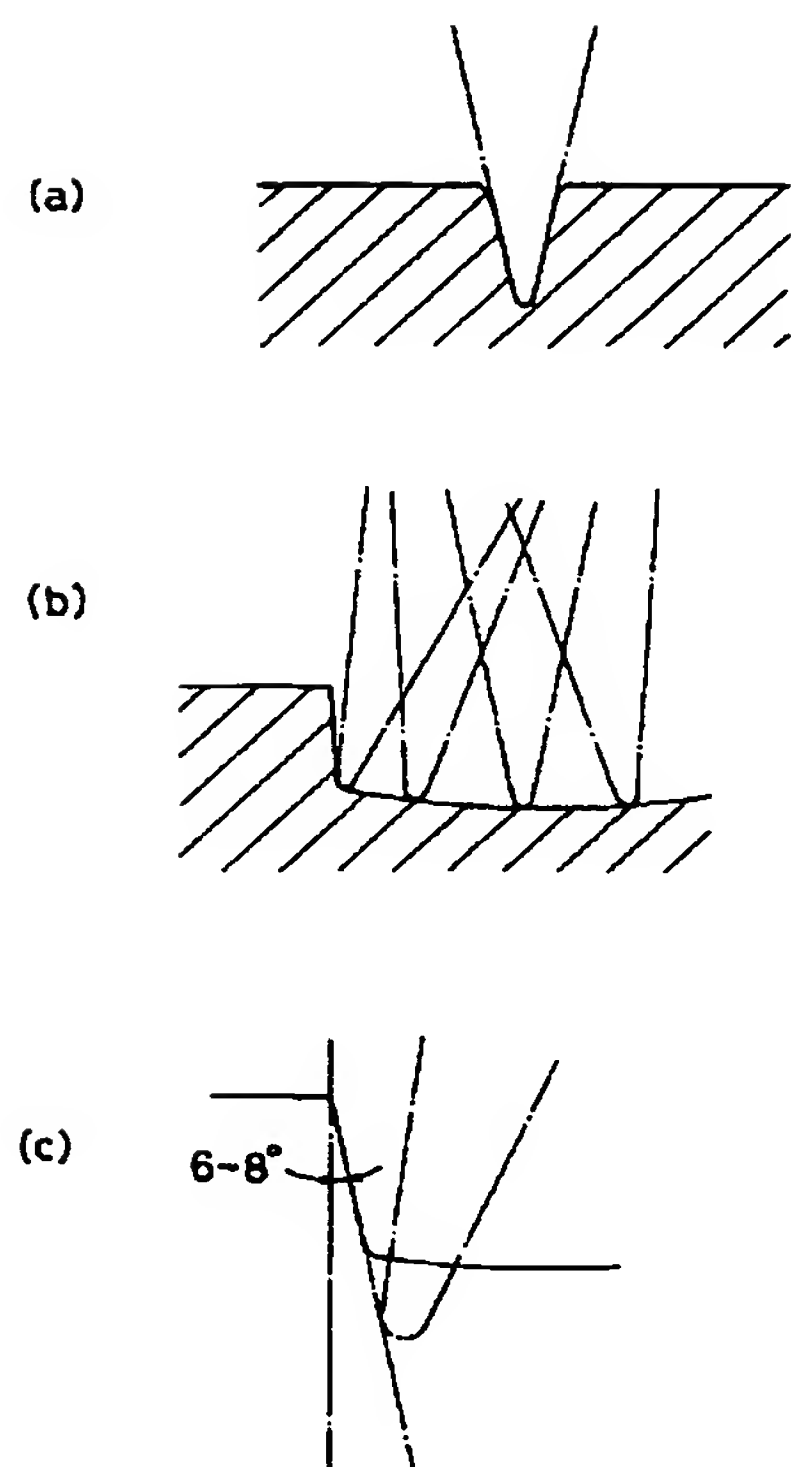
【図4】



【図6】



【図5】



【図7】

